地面数字电视广播单频网组网关键技术及优化研究

程培刚
（临沂市广播电视台，山东 临沂 276000）

摘　要：随着当前社会的快速发展，人们对科技的依赖程度明显增加，而社会已经基本进入了科技社会，为人们生活带来极大便利。地面数字电视广播正是基于现代科技发展起来的，与传统模拟电视相比有着较为明显的优势，并在当下社会中得到广泛应用。单频网作为地面数字电视广播中的重要组网形式，其应用为社会带来了较大效益，在技术上具有一定的先进性，但仍然存在不足，需在今后多加调整。本文将结合实际情况，对地面数字电视广播单频网组网关键技术与优化路径进行详细分析，以期为今后开展的相关工作提供借鉴与参考。

关键词：地面数字电视广播；单频网组网；电视广播智能化；频谱　　**中图分类号：**TN949.197　　**文献标识码：**A
文章编号：1671-0134（2021）03-123-03　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2021.03.0035
本文著录格式：程培刚 . 地面数字电视广播单频网组网关键技术及优化研究 [J]. 中国传媒科技，2021（03）：123-125.

地面数字电视广播，是基于现代科技产生并发展起来的，有着较好的宣传功能，国内很多信息、新闻等，都是借由地面数字电视广播来传递，而单频网则是电视广播发展所依靠的主要技术形式。根据现下地面数字电视传输情况来看，其主要是以国家 GB20600-200 的 DTMB 国家标准为主，有着较为明显的优势，并且逐渐形成了有着完整自主知识产权的 DTMB-A 系统，借助单频网广播系统，实现了电视广播的智能化发展，而为了进一步加快组网技术发展，就必须不断优化、创新，达到更好的技术效果。因此，联系实际分析地面数字电视广播单频网组网关键技术及优化路径是十分必要的。

1. 地面数字电视广播单频网概述

1.1　单频网结构

根据现下地面数字电视广播单频网系统地使用与发展的实际情况来看，通常是由分配传输网、辅助发射站、中心发射站三个主要部分构成，其中发射站属于较为基础的设备设施，为了保证系统正常运行，还需要配备发射机、微波、光纤、网络适配器、GPS 时钟接收设备、单频网适配器 SFN 等等装置，保证单频网组网能够处于正常运行状态。[1]

1.2　单频网特点

传统地面模拟电视广播在应用阶段，往往难以较好的抵抗多径干扰，会在一定程度上影响到电视信号的正常传输，整体工作效率难以保证。随着现代科技的快速发展，地面数字电视广播的覆盖范围进一步扩大，为人们生活、社会生产提供较大便利。单频网作为地面数字电视广播的重要组网构成部分，可为其应用提供重要的技术支撑，并且有着较为明显的优势：（1）频谱有效利用率会大大提升，在一个频道广播下可有多套节目，从而达到节约频率资源的目的，从某种意义上来说也可以理解为拓展频率的可使用空间；（2）功率小、低功耗，可有效降低分支站点建设与管理难度，使各项管理与建设工作质量能全方位提升，规避管理与建设问题；（3）可较好应对现代城市建筑、特殊地理条件等产生的覆盖盲区，保证覆盖的全面性，实现组网布局全方位优化；（4）降低发射机的整体成本，单频网发射网络的不断优化与完善，小功率发射机会逐渐代替原本的大功率发射机，覆盖范围、覆盖均匀性等都能够得到较好保障，提高信号的稳定性。[2]

1.3　单频网测试方法

根据现下科技发展水平，单频网测试方法大致有两种：第一种，可在单频网相互交叠的区域范围内，使用单频网来进行信号分析，首先必须对测试频点频率进行科学选定，而后就可以对该信号的频谱进行测试，根据具体情况，得出最终的测试结果。具体会有三种基本状态：（1）若是单频网真正组成，频谱显示中，驼峰的幅度就会较高，且驼峰区域十分明显；（2）若是驼峰幅度较小，或者是没有显示，则表示单频网未有效构成，重叠区域范围内，单频信号会出现无法接收、信号质量差等情况；（3）若是频谱上只能显示出一个驼峰，则说明只接收到了一台发射机发出的信号，不存在重叠区域。[3]

第二种，采用交叠区域现场测试，是单频网建设过程中不可缺少的重要环节。对于保证单频网建设、优化成功性有着直接影响，具体可分为以下检测步骤：（1）接收机长时间检测，这种检测方式具有一定的周期性，需要连续一周进行 24 小时的长时间检测，但是由于检测系统处于长时间运行状态，在检测结束以后很有可能会出现参数不同步的情况，而接收机长时间检测就可较好地解决这一问题，找出不同设备下网络差异现象，并加以纠正，保证参数的精确性；（2）频谱分析仪长时间检测，这一检测主要是针对交叠区域，利用频谱分析仪器，来进行专项检测，需要注意的是这一方法并不是利用正

叠加方式来展开，应在设计规划时进行考量；（3）路测仪检测，路测仪检测是通过接收的方式来观察是否存在误码现象，然后根据长时间的设备记录情况来判断单频网是否已经形成。若是在实际检测的过程中，存在发射机相互距离较远、无法形成信号覆盖交叠区域的情况，会在一定程度上增加了测试难度，应在实验室内进行预先设计，在确保测试工作能够正常进行以后，再进入实践环节。[4]

2. 地面数字电视广播单频网组网的关键技术

2.1 单频网组网技术

在实际应用中，单频网组网技术会利用相应的复用器，信源编码压缩处理对应的节目流、信息数据流，在这个过程将 TS 信源码流输出，再送入单频网适配器，完成 TS/ASI 码率适配，ASI 是非同步串行接口，其固定码率可以达到 270Mb/s，可以满足传输不同码率的 TS 信号传输需要。为了实现单频网各站点频率同步、节目比特同步、激励器工作时钟同步目标，将 GPS 技术有机融合到适配器中，发挥其时钟接收功能；其基于 ASI/DS3 适配器支持 ASI 码流输出，借助非线性编码输出 DS3 码流信号，最终作用于 STM-1 通道完成网络传输。[5] 在这一过程中，适配器的作用就在于根据网络传输的具体要求，实现低阶码流朝着高阶码流，或者反向转换等方面进行转变，以便适应网络传输环境。需要注意的是，若是想要完全保证各个传输流程中码流相同一致，就必须采用百分百透明传输方式，这样才能在最大限度上保证传输有效性。根据现阶段我国科技发展现状，地面数字电视广播单频网节目传输网络存在直连光纤 + 数字光端机、光纤 +SDH、数字微波 +SDH 集中基本形式，而光纤 +SDH、数字微波 +SDH 则是现下国家城市单频网建设所采用的主要类型，是提高信号质量的重要前提。[6]

2.2 SDH 网络传输

SDH 传输网络采用的信息结构等级可以被称作为同步传送模块 STM-N（N=1，4，16，64），在实际应用的过程中，帧结构会以块状的形式承载各项信息， STM-1，STM-1（块状结构单元帧）则是较为基本的同步传送模块，在传送过程中速率可达到 155.520Mb/s。根据现下网络传输的相关容量需求，可由 4 个、16 个、64 个 STM-1 分别复用成 STM-（4，16，64，）传送模块，分别对应相应的速率峰值，可有光纤 +SDH、数字微波 +SDH 两种不同的节目传输网络。[7] 其中，光纤 +SDH 节目传输网络，会有限将传输节目 ASI 流、管理单元指针信息两项内容，复用成 DS3 信号，然后则是复用至 STM-1 所对应的功能区，并且形成 STM-1 传送模块，组建成基带信号，最终利用光纤网络完成整个传输过程。为了保证地面数字电视广播单频网节目传输系统中 TS 码流可实现透明传输，就必须较好的应用 ASI-DS3 适配器，同时将 TS 空包与 TS 流自带的空包进行填充，便于最终接收端更为有效地去除 TS 空包中的填充部分，保证 TS 流恢复到初始值。数字微波 +SDH 这一节目传输网络，其建设本身具有较大的便利性，整体操作较为容易，成本相对较低，相对于“光纤 +SDH”，这一传输网络可在丘陵山区、地理环境条件差、海岛区域等位置，加以有效应用，具有较强的针对性。[8] 在现下的科技环境下，“数字微波 +SDH”也得到较为广泛的应用，但本质上却与另一种常用形式，在节目输出方式等方面有着较大差异，“数字微波 +SDH”是将数字微波作为设备载体，形成的载波会存放于 SDH 中，在成功转化成微波射频信号以后，借助微波将信号传输到设备上。为了保证应用的合理性，发挥不同形式的自身优势，在建设阶段，就必须对不同形式进行科学设计，保证其与地域特点、环境特点相符合。

2.3 单频网发射系统

单频网发射系统作为地面数字电视广播的重中之重，有着鲜明的功能特点，TS 流信号经由接收端系统解调出后，基于发射点同步编码以及载波调制，以同相方式在可控时间内传输信号，可以在最大限度上保证信号发射的有效性，保证信号稳定。[9]

3. 地面数字电视广播单频网组网的优化路径

基于上述分析，不难发现目前地面数字电视广播中单频网组网需要依靠较多技术来加持，才能保证正常应用，但随着时代发展，原本的组网优势难以适应社会快速发展，必须结合新时期下的具体特征，对单频网组网作出进一步优化，满足社会发展的整体性需求。[10]

3.1 科学选择各个系统

稳定、高性能、高可靠性的单频网广播系统，能够为地面数字电视广播整体运行效率提升打下坚实基础，而为了更好地适应现代社会，就必须对单频网的各个系统、参数等进行科学选择。具体包括信道传输系统、信源编码系统、网络参数设施几个重要部分。通过科学选择与设置，能够保证接收系统具备承受长期回波延时下的系统抗回波干扰能力，最大限度上降低误码概率，保证信号传输稳定性。另外，在单频网组网设计与优化的过程中，还必须结合区域特征。由于现代建筑群、特殊地形地貌等，都会在一定程度上影响到组网建设与优化，因此必须以区域特征为主要参考，遵循因地制宜原则，合理设计发射天线增益情况，以“花瓣图”为最终形状体现，保证所有接收机的多径信号处理能力可全面提升，而发射点设点距离也会进一步增大，对于站点位置选取、单频网系统简化、性能整体性调整与优化有着重要的促进意义。[11]

3.2 注重信号覆盖交叠区域设置

地面数字电视广播单频网组网在组网成功以后，信号覆盖交叠是最为主要的标志之一，同时也会伴随着区域内信源结构接收成功。一般情况下，交叠区主要是指，在这一区域范围内会接收到两个或者多个站点不同方向

的覆盖信号，也就是多径信号，但多径信号的存在，会直接影响到接收端解码，而单频网网络性能、网络调整等，又恰好完全体现在信号覆盖交叠区域，这也就使得多径信号延时调整成为优化网络性能的重要手段，需要在建设的过程中，注重信号覆盖交叠区域设置，选择具备天然保护屏障的背靠位置，减少同频干扰情况，同时避免在交叠区域范围内出现多径信号复杂化的情况，实现对盲区的查缺补漏，保证覆盖全面性。比如，珠海地区地面数字电视广播单频网组网建设的过程中，就存在单一覆盖发射点不足的情况，为了保证建设质量，在规划的过程中就提出要依靠珠澳大桥凤凰山观景点，实施各项建设计划，其中凤凰山海拔超过 400 米，为发射提供便利、理想的环境条件。为了保证发射顺利，发射天线结构系统必须进行精确选择与筛选，规格为 1KW 发射功率，将主城区、西部部分区域精确覆盖，在单频网选择方面，仍然是以 SDH 信道传输为主，需考虑帧头结构的差异性，分别对应 16、23、36 公里范围，较好地保证建设质量，优化了单频网组网网络。

3.3 遵循单频网优化原则

目前，我国地面数字电视广播单频网组网优化建设已经在稳步进行，推动了社会发展，而人们也能够更好地享受科技所带来的直接便利。因此，在这一建设方面，已经有了较多经验，通过长期的建设经验与系统研究，可以基本确定，在单频网性能调整与优化的过程中，要以减轻单频网各个发射点在覆盖重叠区形成的多径干扰为重要原则，是现下单频网优化所必须遵循的首要原则。在此基础上，单频网发射点的位置、发射天线高度、发射点功率、发射点信号重叠区、倾斜角度等等，都需要进行科学设计与调整，这样才能更好地与现下社会发展大环境、科技背景相互适应，提高整体网络性能。[12] 就目前整体建设与发展情况来看，多径信号相对延时往往是调整网络性能的重要优化手段，需要予以科学认知。与此同时，在整个单频网建设过程中，工程技术人员还需对各个方面的因素、实际要素等进行综合性考量，这是由于单频网建设本身就很容易受到客观因素的影响，若是缺少实际、综合性考量，很有可能会影响到最终的建设效果。为了进一步提高优化效果，还需根据网络情况，借助多元手段，通过不断的性能测试、反复调整与优化，确定最终的建设方案，全方位提高单频网的整体性能。

结语

综上所述，在科技时代背景下，人们的生活环境、社会生产方式都发生了较大变化，传统地面模拟电视广播作为生活中经常使用的重要电器设备，自身的应用短板逐渐暴露，难以较好的满足人们多样化需求，现已逐步关停退出使用。地面数字电视广播的出现，尤其是地面数字电视广播单频网的使用，改变了以往的信号传播方式，提高了整体工作效率，但由于技术更迭速度较快，还需要结合实际，通过科学选择各个系统、注重信号覆盖交叠区域设置、遵循单频网优化原则等方式作出进一步优化与调整，保证单频网组网能够更好地服务于社会大众，具有重要的现实意义。媒

参考文献

[1] 赵海英 . 地面数字电视单频网组网技术的研究 [J]. 卫星电视与宽带多媒体，2020（01）：26-27.
[2] 周晓琳 . 地面数字电视广播单频网（SFN）组网关键技术与测试方法 [J]. 数字通信世界，2016（12）：52，81.
[3] 杨延冬，呼和，黄艳萍， 等 . 地面数字电视广播单频网（SFN）组网关键技术与测试方法 [J]. 中国有线电视，2014（z1）：374-377.
[4] 刘灼亮 . 浅谈地面数字电视单频网组网技术要点 [J]. 移动信息，2016（7）：155-156.
[5] 张超，李锦文，高鹏，等 . 基于卫星分发链路的数字电视单频网关键技术 [J]. 电视技术，2015，39（16）：87-91.
[6] 吴闽川 . 基于卫星分发链路的数字电视单频网关键技术浅析 [J]. 西部广播电视，2016（11）：235-235，237.
[7] 张启 . 地面数字电视单频网组网技术及应用实例 [J]. 西部广播电视，2019（16）：255-256.
[8] 姜文波，冯景锋，刘骏，常江 . 中央广播电视节目无线数字化覆盖工程技术方案解读 [J]. 广播与电视技术，2015，42（04）：30-32+34-36.
[9] 葛伟 . 地面数字电视广播单频网组网技术的实现 [J]. 数码设计（下），2020，9（6）：22.
[10] 张保同，郭丽丽，王亚飞 . 地面数字电视广播覆盖的研究 [J]. 无线互联科技，2016（18）：9-10.
[11] 黄岳华 . 地面数字电视广播单频网组网技术及其优化调整 [J]. 数字通信世界，2019（08）：58-59.
[12] 雷祥波 . 地面数字电视广播单频网组网技术及实践 [J]. 传播力研究，2018，2（15）：248.

作者简介：程培刚（1980-），男，山东省临沂市人，工程师，研究方向：广播电视无线发射技术。

（责任编辑：胡杨）